

L'étude de l'endurance aérobie chez les jeunes nageurs Constantinois (9-12 ans)

Résumé

La phase de préparation de base est considérée comme vulnérable et déterminante dans le développement du processus physique et physiologique des jeunes nageurs. Sur la base des études antérieures, nous avons choisi la mesure de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2$ max. ml/min⁻¹/kg⁻¹) pour évaluer l'évolution de l'endurance aérobie par le test progressif de course navette de 20-M selon la version (1982 de Léger et coll.), l'enregistrement de la fréquence cardiaque de contrôle avant le début du test, la fréquence cardiaque de course à la fin du test et étudié l'évolution du pourcentage de la F.C. max, afin d'estimer la mobilisation fonctionnelle cardiaque du nageur. Parallèlement aux paramètres physiologiques, quatre indices biométriques ont été retenus (taille, poids, poids maigre et masse grasse). Cette étude a porté sur un échantillon de 25 nageurs de sexe masculin âgés de (9-12 ans) licenciés dans les différentes associations sportives et issues de toutes les couches sociales.

BENKARA Yassine
Département d'Education
Physique et Sportive
Université Mentouri
Constantine (Algérie)

ملخص

إن الاستعدادات الأساسية التي كانت موضوع عدة أبحاث في ميدان التدريب الرياضي والتربية البدنية هي في الحقيقة عامل أساسي في مسار تكوين الرياضيين الشباب, نظرا لما ينجم عنها من نمو بدني للطفل في مرحلة ما قبل البلوغ, أين يجب أن تعطى أهمية كبرى للعمل القاعدي في المداومة العامة. لهذا, وفي إطار بحثنا, تم اختيار عينة من السباحين الشباب (9-12 سنة) من النوادي القسنطينية للقياسات الفيزيولوجية والبيومترية خلال موسم التدريبات حتى يتسنى لنا التعرف على تطور المداومة الرياضية من haut niveau dans un délai record ces derniers temps, a pris une ampleur telle, que les entraîneurs sur le terrain, n'accordent plus de considérations envers les exigences de la préparation pluriannuelle des jeunes nageurs. A vrai dire, l'entraînement devient beaucoup plus intensif, à caractère (anaérobie lactique) dès le jeune âge et même bien avant la période pubertaire, cause de multiples accidents cardio-vasculaires et déperdition des jeunes talents sportifs. « L'enfant sportif est l'athlète de demain. Les plus doués seront suivis et les autres impitoyablement rejetés ». Pierre Sprumont et coll. 1997.

التعرف على تطور المداومة الهوائية لتحديد نوع التدريبات التي تلائم هذه السن. بناء على الأبحاث السابقة تم اختيارنا لتحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين ($\dot{V}O_2 \text{ max m/ml}^{-1} / \text{Kg}^{-1}$) لتقييم تطور المداومة العامة من خلال الاختبار المتزايد للسباقات المتتالية لمسافة 20م حسب طبعة léger1982 كما تم قياس الذبذبات القلبية للمراقبة (قبل بداية الاختبار) والذبذبات القلبية للعمل (عند نهاية الاختبار) ومنه حساب الذبذبات القلبية القصوى لتقدير تحرك السباح, وبالموازاة مع هذا الاختبار الفيزيولوجي تم الاعتماد على أربعة عوامل بيوميترية (القامة, الوزن, الوزن النحيف, الكتلة الدهنية).

Dans cet esprit de réflexion, nous avons tenté d'appréhender le problème lié au développement de l'endurance aérobie des nageurs (9 - 12 ans) sous un angle caractérisé par l'évaluation des indices physiologiques (la consommation maximale d'oxygène et la fréquence cardiaque), les indices biométriques du fait que, (la taille, le poids, le poids maigre et le pourcentage de la masse grasse) peuvent influencer positivement la $\dot{V}O_2 \text{ max}$ à condition que la masse musculaire mise en jeu soit suffisamment importante selon l'analyse (d'Ardle et coll. 1987). La méconnaissance des étapes du développement de l'enfant, le manque d'information sur la méthode à utiliser, les contenus, la qualité et la quantité des charges d'entraînement, conduisent fréquemment à des déviations et à des conséquences que malheureusement on ne pourra pas rectifier dans le temps. Ainsi, les capacités de performances sportives d'un individu

dépendent pour une grande part, de ses qualités motrices. La maturation de l'organisme et l'apprentissage détermine le développement des diverses qualités biologiques ainsi que les coordinations motrices. (Erwin Hahn 1991).

A ce propos, plusieurs recherches explorant la performance et l'entraînement durant le bas âge, notent certaines observations concernant la réaction des enfants face à plusieurs schémas d'entraînements en endurance. (Olijar et Formin 1980), ont montré qu'un entraînement comportant 60 % d'exercices en endurance générale et 25 % d'exercices en endurance-force et vitesse amène un plus haut niveau de performance à long terme, chez de jeunes athlètes qu'un entraînement spécialisé précoce à 60 % d'exercices explosifs et de vitesse et de 25 % d'exercices en endurance générale.

Le but de notre étude était d'apporter un éclairage sur l'importance que doit accorder chaque entraîneur à l'introduction systématique des procédés méthodologiques d'entraînement en endurance aérobie dans le protocole d'entraînement proposé à l'enfant (9-12 ans). Ainsi l'intensification des charges d'entraînement, tout en respectant les normes régissant leur variation, ne peut s'effectuer de façon optimale que si l'endurance générale de base a été développée.

1-Méthodes et matériels

1.1 Population étudiée. L'échantillon est composé de 25 jeunes nageurs de sexe masculin âgés de (9-12 ans) licenciés dans les différentes associations sportives et issues de toutes les souches sociales. Les sujets sont obligatoirement soumis à un examen médical afin d'exclure toutes contre indication à l'effort.

1.2 Méthodes et Matériels.

1.2.1 Les indices Biométriques.

Les données biométriques mesurés chez chaque sujet sont : 1) La taille (cm) ; 2) Le poids (kg) ; 3) Le poids maigre (kg) ; 4) Le pourcentage de la masse grasse (%). Le calcul de ces deux derniers indices a nécessité la mesure des quatre plis cutanés (bicipital, tricipital, sous-scapulaire et sus-iliaque) selon la méthode de (Durain J.V 1974) ;

1.2.2 Les indices Physiologiques.

-Evaluation de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2$ max. $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) de manière indirecte par le test progressif de course navette de 20-mètres, avec paliers de une minute (Leger et Coll. Version 1982).

- Evaluation de la fréquence cardiaque avant le début du test (F.C.1), à la fin du test (F.C.2) et détermination du pourcentage de (F.C. max) de chaque sujet par la méthode de (Karvonen. J. 1983). $F.C. \text{ max} = F.C \text{ exercice} - F.C \text{ repos} / F.C \text{ max} - F.C \text{ repos}$.

1.2.3 Matériels.

L'investigation biométrique et physiologique a nécessité l'utilisation du matériel suivant : Une toise ; Une balance de type HB.L 05 ; Une pince de mesure des plis cutanés (type lange) ; Un terrain à revêtement uniforme ; Chronomètres ; Bande (K.7) du test navette ; cardiofréquencemètres de type (Polar) ; Ordinateur ; Logiciel informatique (Antrop) ; Logiciel informatique d'analyse statistique (Excel Microsoft).

2. Statistique.

L'analyse statistique nous a permis d'assurer le caractère descriptif de l'ensemble des variables retenus. Ainsi sont déterminés : 1) Les moyennes arithmétiques ; 2) Les différences entre les valeurs moyennes de nos résultats par l'analyse de variance à un facteur (ANOVA) ;

3. Résultats.

3.1 Les indices Biométriques.

L'étude portait sur les indices biométriques de notre population n'a pas montré d'évolution significative à l'analyse des résultats des trois séries des investigations tout au long de la saison sportive.

3.2 Les indices Physiologiques.

Les gains de $\dot{V}O_2$ max ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) des jeunes nageurs (9-12 ans) sur une saison d'entraînement. Gain en % N = 25: (- 3% - 00% = 6) - (00% - 4 % = 12) - (4% - 6% = 7) - (Plus de 6 % = 00).

L'analyse des résultats de l'épreuve d'effort, détermination de la consommation d'oxygène, d'une manière indirecte par le test progressif de course navette de 20 mètres (de léger et col version 1982), nous montre d'une manière claire que le gain en matière de VO_2 max sur toute une saison sportive n'a pas dépassé les 6 % seulement, avec une remarque concernant 24 % des sujets de notre échantillon qui ont présenté une régression jusqu'à (- 3 %).

4. Discussion.

La seule lecture des valeurs moyennes des résultats établis de $\dot{V}O_2$ max, nous laisse observer qu'une minime augmentation de l'ordre de ($1.15 ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) qui

représente en tout un gain de seulement 2.83 % en moyenne avec un écart-type de ± 1.70 %. L'observation des courbes relatives à l'évolution du $\dot{V}O_2$ max (graphe 1) de l'ensemble de notre échantillon nous confirme ce constat par une forme homogène et presque compacte sur les trois séries de l'investigation fonctionnelle.

Il ressort par ailleurs que les résultats obtenus par les jeunes nageurs (9-12 ans) de notre échantillon ne convergent pas avec les valeurs de la revue bibliographique. Ainsi dans une étude similaire à la notre entreprise par (Mercier et coll.) au laboratoire de physiologie respiratoire (Pr . G. Chardon) de l'hôpital (Aiguelongue Montpellier) sur l'évolution de $\dot{V}O_2$ max chez deux groupes de nageurs au cours d'une saison sportive a abouti à un gain de (+ 25.4 %) pour le premier groupe et un gain de (+ 8.8 %) pour le deuxième groupe.

Dans une étude réalisée sur l'évaluation des jeunes nageurs belges francophones (Sturbois et Coll. 1991), on a observé une progression dans l'évolution de $\dot{V}O_2$ max dès l'âge de 11 ans et augmente d'une manière appréciable pour atteindre des valeurs de l'ordre de $62.3 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ à l'âge de 15 ans.

Par ailleurs, il est indiqué que le $\dot{V}O_2$ max est fondé sur le lien expressif avec le développement physique (taille et le poids du corps) en particulier. Comme il n'y a eu aucune évolution significative des indices biométriques de notre population auxquels il faudrait ajouter une certaine incompatibilité entre le protocole d'entraînement préconisé qui reste faible par rapport à la tranche d'âge retenue (9-12 ans), ce qui explique en partie la progression non significative de l'indice $\dot{V}O_2$ max de notre échantillon.

Dans ce contexte, Astrand et Rodahl, considèrent que le rôle de l'entraînement est relativement secondaire puisqu'il n'améliore la $\dot{V}O_2$ max que de 20 %. Cette opinion n'est pas partagée par Kobayashi et Coll., tout au moins durant la période pré pubertaire et pubertaire, puisque ces auteurs observent entre le début et la fin de l'adolescence des modifications considérables de $\dot{V}O_2$ max, fonction de la quantité d'entraînement pratiqué pendant cette période.

L'autre indice physiologique retenu dans le cadre de nos investigations fonctionnelles, à savoir, la fréquence cardiaque (battements par minute), constitue un paramètre indiscutable dans le contrôle opérationnel du nageur.

Les résultats enregistrés pour la fréquence cardiaque de contrôle (avant le début du test) ont montré une différence très significative entre la première et la deuxième série d'investigation, pour ($P < 0.001$), ainsi qu'un seuil très significatif entre la première et la troisième série, pour ($P < 0.001$), par contre les résultats obtenus entre la deuxième et la troisième série, n'ont pas montré de différences significatives.

La mesure de la fréquence cardiaque comme moyen de contrôle simple de l'activité physique et de sa récupération est à l'heure actuelle pour l'entraîneur considérée comme suffisamment fiable, si la mesure est correctement effectuée, il est possible d'approcher valablement le type d'effort effectué au cours de ses activités. En effet, les fréquences cardiaques au cours d'une activité peuvent être rapportées à la F.C. max du sujet, l'évaluation du type d'effort est possible. La mesure de la lactatémie, outre qu'elle n'est pas réalisable par un entraîneur, ne donne pas, avec des enfants, des résultats très indicatifs, parce que leur système enzymatique n'est pas développé avant la puberté et que l'on constate des taux de lactates très faibles pour des efforts importants (Chanon. R. 1994).

Les mesures de la fréquence cardiaque de fin d'efforts varient d'un sujet à un autre. Au terme de l'épreuve de l'évaluation du $\dot{V}O_2$ max, les résultats des valeurs moyennes à la première série atteignent 173.84 ; \pm 7.29 pulsations par minute (voir tableau 2), et un pourcentage moyen de fréquence cardiaque maximale de l'ordre de 73.13 %. La fréquence cardiaque maximale est calculée selon la méthode de (Karvonen. J. 1983).

L'analyse de variance à un facteur (ANOVA) nous a révélé une variation significative entre la 2^{ème} et la 3^{ème} série ($P < 0.01$), la même analyse nous fait observer une variation très significative entre la 2^{ème} et la 3^{ème} série ($P < 0.001$).

Notre étude démontre une augmentation significative de la fréquence cardiaque de fin de test (F.C.2) au terme de la saison sportive (73 à 79 %) de F.C. max, le niveau de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2$ max $ml^{-1}.min^{-1}.kg$) reste sans évolution significative, qualifié de bas dans nos commentaires, ce qui constitue à notre avis un paradoxe avec les conclusions de la revue de la littérature.

Dans ce contexte (Bar-or. O. et coll. 1975) et à la lumière de leur étude, ils notent une relation essentiellement linéaire entre la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène en indiquant, qu'un individu dont la fréquence cardiaque à l'exercice et en récupération est basse a un $\dot{V}O_2$ max plus élevé, que celui dont la fréquence cardiaque est haute. En d'autres termes, plus la fréquence cardiaque à la suite d'une tâche donnée est basse, plus le $\dot{V}O_2$ max est élevé.

En outre, il se peut que la motivation des sujets puisse influencer la durée de l'exercice et par conséquent, expliquer la fréquence cardiaque maximale atteinte à la fin de l'effort. Dans notre étude et tout au long de l'exécution des investigations, la motivation était excellente chez la majorité des enfants, cette hypothèse est donc à réfuter.

Il est vraisemblable que la durée de l'épreuve effectuée par les enfants de notre échantillon, n'a pas sollicité suffisamment le système cardio-vasculaire, ce qui nous laisse supposer, une mauvaise adaptation des nageurs au travail en régime aérobie.

Il est donc probable que les enfants contrôlés avaient pris l'habitude de travailler sur des courtes distances avec grande intensité (régime anaérobie lactique), plutôt que sur des distances qui favorisent le développement du système énergétique aérobie.

Conclusion

Le plus grand enseignement qu'il convient de retenir à l'issue de notre travail d'étude, est d'insister sur l'importance du développement physique et physiologique de l'enfant en accordant une priorité majeure au travail de base en endurance aérobie, condition impérative pour l'optimalisation de toutes les autres qualités physiques à l'âge de la puberté et de l'adolescence.

Toutefois les tests consistant à évaluer les valeurs de l'endurance aérobie des nageurs en milieu spécifique d'une manière directe nous ont paru pour le moment inaccessibles et qu'il est préférable d'éviter.

C'est ainsi que nous avons eu recours à une évaluation indirecte, amplement suffisante et justifiée par la bibliographie notamment celle de G. Cazorla 1993 pour témoigner du travail accompli et prévoir les conditions de son exécution future.

L'analyse de variance à un facteur (ANOVA) n'a pas révélé d'évolutions significatives de toutes les caractéristiques biométriques, ce qui nous a paru normale à ce niveau du développement pubertaire des jeunes sportifs répertoriés au stade 1 de la

classification de Tanner. Contrairement à nos résultats, d'autres études similaires et particulièrement celle de Mercier et coll. 1986 a montré une nette amélioration de la $\dot{V}O_2$ Max. l'absence d'accroissement de la $\dot{V}O_2$ max dans notre étude peut être attribué au protocole d'entraînement institué à ce stade pour ces jeunes nageurs où domine un travail à forte charge correspondant à des parcours intensives et de courtes durées faisant appel essentiellement au processus anaérobie lactique.

Il ressort l'importance de l'évaluation indispensable, à l'orientation et l'organisation du processus d'entraînement en endurance aérobie, en assurer par la suite le suivi dans le but d'une progression optimale.

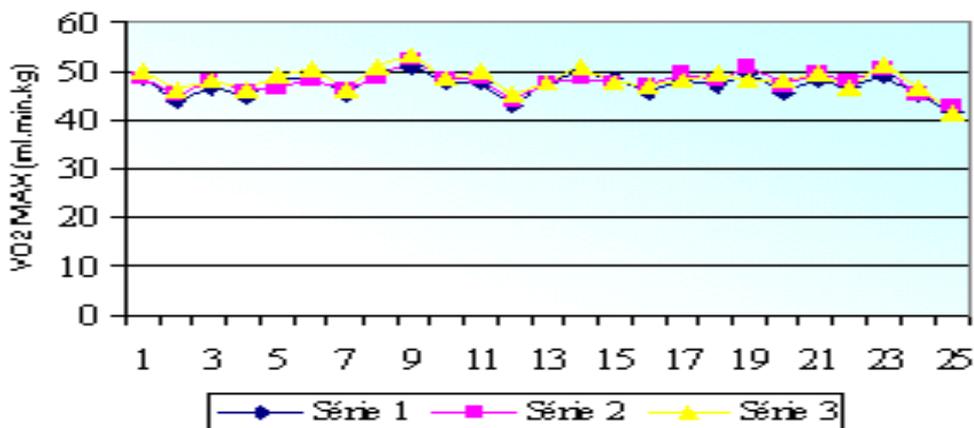
Tab. 1 : Valeurs moyennes et écarts-types des indices biométriques.

	Poids (kg)	Taille (cm)	%masse grasse	Poids maigre (kg)
Moyenne 1 ^{ère} Série	34.78	142.36	7.30	32.21
Ecart-type	± 5.15	± 6.86	± 1.88	± 4.59
Moyenne 2 ^{ème} Série	35.2	142.74	7.03	32.53
Ecart-type	± 4.82	± 6.85	± 1.50	± 4.32
Moyenne 3 ^{ème} Série	35.17	143.53	7.55	32.49
Ecart-type	± 4.73	± 6.92	± 1.75	± 4.29

Tab. 2 : Valeurs moyennes et écarts-types des indices physiologiques.

	$\dot{V} O_2 \text{ max}$ (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	F.C. 1 (bat/min)	F.C. 2 (bat/min)	% F.C max.
Moyenne 1 ^{ère} Série	47.15	109.64	173.84	73.13%
Ecart-type	± 2.34	± 14.63	± 7.29	
Moyenne 2 ^{ème} Série	47.74	100.96	176.6	75.82%
Ecart-type	± 2.11	± 5.72	± 6.67	
Moyenne 3 ^{ème} Série	48.3	100.32	181	79.10%
Ecart-type	± 2.41	± 5.84	± 6.94	

Graph n°1 : Evolution des valeurs moyennes de $\dot{V} O_2 \text{ max}$



Références bibliographiques

- Ahmaidi. S ; Adam. B ; Prefaut. C : Validité des épreuves triangulaires de course navette de 20-M et de course sur piste pour l'estimation de la consommation maximale d'oxygène du sportif. Science & Sports. 5. Paris 1990.
- Ardle. M.C. et Coll. : Physiologie de l'activité physique. Ed. Vigot. Paris. 1987.
- Astrand. P.O ; Rodahl. K. : Précis de physiologie de l'exercice musculaire. 3^{ème} Ed. Masson. 1994. Barcelone Milan. Sao Polo. 1986.
- Bar-Or. O. ; Zwiren. L.D.: Maximal oxygen consumption. Test durin arm ergometry-reability and validity. J. Appl. Physiol. 1975.
- Boulgakova N. : Sélection et préparation des jeunes nageurs. Ed. Vigot. Paris. 1990.
- Cazorla G. : Tests spécifiques d'évaluation du nageur. Ed. Association pour la recherche et l'évaluation en A.P.S.) Fédération Française de Natation Paris.1993.
- Chanon. R. : Développement du système aérobie. Revue. EPS. 245. Janvier – février. Paris 1994.
- Duchateaux. J. : L'entraînement de la force spécifique en sport et fondements physiologiques et applications pratiques. Les cahiers de l'INSEP n°1. Paris. 1982
- Durin J.V and Coll.: Durin J.V and Coll.: Body fast assessed from total density and it's estimation from stimpfold thickness. In Brit.J.Nutr.1974. 32.
- Hahn. E. : L'entraînement sportif des enfants. Problèmes, théories de l'entraînement et pratique. Ed. Paris Vigot. 1991.
- Helal. H : Méthodologie de l'entraînement. Spécial Sport. INSEP. 1982. J. Appl. Spt. Sci. 9. 1984.
- Karvonen. J.: Physiological follow-up of endurance runners. Report for the finish sports foundation. 1983.
- Lambert.G : Entraînement sportif par questions et réponses. Ed.Chiron sport. 1986.
- Kobayashi. K. ; Kitamura. K. ; Miura. M.: Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys a longitudinal study. Appl.physiol.44.1978.
- Leger. L ; Lambert. J ; Goulet. A ; Rowan. C ; Dinelle. Y. : Capacité aérobie des québécois de 6-17 ans. Test navette de 20-M avec pallier de 1min. Can. J. Appl. Spt. Sci. 9. 1984.
- Mercier. J ; Vago. P ; Machabies. J ; Prefaut.CH : Evolution de la VO2 max chez l'enfant. In L'enfant l'adolescent et le sport. Masson. Paris. New York. Barcelone Milan. Sao Polo. 1986.
- Scelle. M ; Delaval. P ; Martinez. R : La natation sportive. Volume I. L'entraînement. (Dossiers techniques. F.F.N. 1986).
- Sturbois. X. ; Francanoux. M. ; Brisys. V. ; De Caritat. A.K. ; Sturbois. G. : Evaluation des jeunes nageurs belges francophones. Sciences et ports.6.Paris.1991.
- Thiebault C-M ; Sprumont P : L'enfant est le sport. « Introduction à un traité de médecine du sport chez l'enfant ». Ed. De Boeck. Paris. Bruxelles. 1998.
- Weineck Y. : Biologie du sport. Ed. Vigot. Paris. 1992.